

**English Translation of Reference 3 (CN1349124A)**

With reference to Fig.2, a light path configuration of a liquid crystal projection optical system for projectors according to an embodiment of the invention is shown. As shown in Fig.2, a light beam is emitted from the light source S and then arrives the damp beam splitter 1, and after it passed the damp beam splitter 1, its heat is absorbed by 50% and it is split into multi-light beams with uniform intensity, as shown in Fig.4. Then, the light beams are converged into a desired light beam with uniform intensity by the front focus collector lens 2 and the back focus collector lens 3 that exit to a spectrum synthesization portion via the light exiting diaphragm 4.

The damp beam splitter 1 is made of iceland spar wafer, and it replaces fly eye lens used by prior arts in the same field. A generic fly eye lens has 36 micro-convex lens on the surface facing the incident direction of light, so it can only split a beam into 36 beams of little light spots. Whereas, the iceland spar damp beam splitter 1 of the invention can get thousands beams of little light spots, which improving greatly the intensity distribution uniformity of exiting light beams. In addition, the fly eye lens in prior arts is difficult to manufacture, and it doesn't have the function for absorbing the heat contained in light beams, so it is needed to configure additionally a cooling mechanism, which resulting in the complex entire configuration and the increased bulk.

The damp beam splitter 1, the front focus collector lens 2, the back focus collector lens 3 and the light exiting diaphragm 4 make up of a beam splitting-converging distributor. The exiting light from the beam splitting-converging distributor enters firstly the "R" light transmitting/reflecting device 5. The "R" light transmitting/reflecting device 5 transmits R light and reflects B light since it is coated with a series of R light transmitting and B light reflecting cladding films. The "R" light transmitting/reflecting device 5 can transmit R light component by 85% of which wavelength is between 660-780nm among the incident light and reflect the remaining component to the "G" light transmitting/reflecting device 10. The "G" light transmitting/reflecting device 10 transmits B light and reflects G light since it is coated with a series of B light

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

transmitting and G light reflecting cladding films. The "G" light transmitting/reflecting device 10 can reflect G light component by 90% of which wavelength is between 570-650nm among the incident light that then enters the light resonant-chamber B and transmit the remaining components which mainly is B light and gray light component to the "B" reflecting device 13. The incident light is split into R, G, B three segments of coloured tape after passing the "R", "G", "B" light transmitting/reflecting devices.

The R coloured tape includes 6 color components, which transmit through the resonant-chamber A composed of the flat convex lens 6, the flat concave lens 7 and the mirror 8 and are reflected many times between the surfaces of the flat concave lens 7 and the mirror 9 in the light resonant-chamber A. 95% light of the R coloured tape in the area is reflected by the mirror 8 finally and then transmits through the flat convex lens 9 to form R light streak blemish and then enter the liquid crystal light valve LCD1 located at the focal plane thereof. 55% of the light valve LCD1 is turned on approximately since the light entering into the LCD1 is increased greatly relative to the common homogeneous light case. That is, almost all the R light entering into the LCD1 can enter the image synthesis lens of the image synthesizer 18. In addition, the flat convex lens 9 also is coated with a series of R light transmitting and B light reflecting films on the convex surface.

Similarly, the light reflected by the R light transmitting/reflecting device 5, excluding the R coloured tape, passes the "G" light transmitting/reflecting device 10, and the G light component of which is reflected to the light resonant-chamber B composed of the flat convex lens 11, 12 and then reflected many times between the flat surface of the flat convex lens 11 and the convex surface of the flat convex lens 12. Specifically, the "G" light transmitting/reflecting device 10 is coated with a series of B light transmitting and G light reflecting cladding films on the surface and it can reflect G light component by 90% of which wavelength is between 570-650nm among the incident light to the light resonant-chamber B, namely it enables almost all the G light component to finally pass the flat convex lens 12 clad with a series of G light transmitting and gray light reflecting films to form G light streak blemish and then enter the image synthesis lens of the image synthesizer 18 via the liquid crystal LCD2.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The B light and grey light components transmitting through the "G" light transmitting/reflecting device 10 are reflected by the surface of the "B" reflecting device 13 and then enter the resonant-chamber C composed of the flat convex lens 14, the flat concave lens 15 and the mirror 16, and they are reflected many times between the concave surface of the flat concave lens 15 and the flat surface of the mirror 16 in the resonant-chamber C. the "B" light transmitting device 13 is coated with a series of B light reflecting cladding films on the surface and it can reflect B light and gray light components by 85% of which wavelength is between 360-470nm among the incident light to the light resonant-chamber C, which are finally reflected to the flat convex lens 17 via the mirror 16. The light transmitting through the flat convex lens 17 forms to B light streak blemish and enter the liquid crystal light valve LCD3. The flat convex lens 17 is clad with a series of B light transmitting and R light reflecting films on the convex surface. This is similar to the case of R coloured tape. The light of B coloured tape transmitting through the LCD3 enters the image synthesis lens 18.

The image synthesizer 18 is formed by gluing four orthogonal lens with same geometric size together, and it has a square cross-section. The light incident side of the R, G, B coloured tapes is clad with a compensation film such as non-reflecting film made of Magnesium Fluoride for adjusting the refractive index of corresponding image synthesis lens to equalize the relative refractive index of the three image synthesis lens.

The light exiting side of the image synthesizer 18 locates at the back focal plane of the projecting-enlarging lens GW, and the composite image by the image synthesizer 18 is a erect real image and is then projected onto the screen 7m away in front of the lens, which forming a clear, color-riched projected image with the brightness 40% higher than similar devices in prior arts.

The light spectrum for color imaging by the projection optical system according to the invention increases to 13 colors namely red, saffron, yellow, green, black, white, crimson, orange, cyan, blue, gray, purple, infrared color, from simply red, green, and blue three homogeneous colors in three primary colors manner of prior arts.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 27/18

G02B 1/02

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00129972.7

[43] 公开日 2002 年 5 月 15 日

[11] 公开号 CN 1349124A

[22] 申请日 2000.10.16 [21] 申请号 00129972.7

[71] 申请人 陕西凯创光电产业有限公司

地址 100005 北京市东城区建国门北大街八号华  
润大厦 2505 室

[72] 发明人 史义武

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

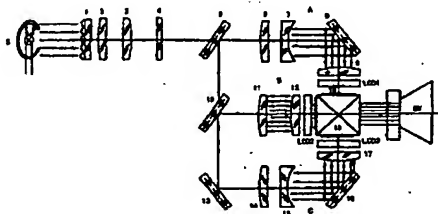
代理人 陈肖梅

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 投影机用的液晶投影光学系统

[57] 摘要

投影机用的液晶投影光学系统,其中冰洲石阻尼分光镜等组成分光-会聚分配器,使光束成为强度均匀且被吸收热量的光。“R”、“G”、“B”透/反器件将光束分成红、绿和蓝色带后,分别通过光谐振腔形成红、绿及蓝色光带斑。三种光带斑分别经液晶光阀射入合像器,复合成像,经投射-放大镜头放大出射。合像器的入射面镀敷折射率补偿膜。本投影系统还可用于投影电视设备,具有合成图像色彩还原性高,亮度高且色彩饱和度高的优点。本机可连续工作 10 小时以上。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

## 权 利 要 求 书

1.一种用于液晶投影机的投影光学系统，由光源、分光-会聚分配器、透/反器件、光谐振腔、液晶光阀、合像器和投射-放大镜头组成，其特征在于：

所述光源发出的光束依次经过冰洲石晶片制成的阻尼分光镜、会聚镜组和光阑组成的分光-聚光器，得到强度均匀且被吸收了热量的出射光；

所述出射光先后入射到“R”、“G”、“B”透/反器件，分别被分光成为红、绿和蓝灰色带，它们分别通过由平凹透镜和平面镜组成的红色带光谐振腔、由两个平凸透镜组成的绿色带光谐振腔、由平凹透镜和平面镜组成的蓝色带光谐振腔，分别形成红色光带疤、绿色光带疤和蓝色光带疤；

所述三种颜色光带疤分别入射到被置于所述三种色带光谐振腔光焦面处的液晶光阀上，并通过各液晶光阀，分别入射到组成合像器的直角棱镜入射面上；

所述合像器的出射面位于投射-放大镜头的后焦平面处，三种色带的光像在合像器的出射面处复合成像，并经所述投射-放大镜头得到放大的投影图像。

2.一种如权利要求 1 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述“R”、“G”、“B”透/反器件均为在光学玻璃基片经真空镀膜，制成多层膜系。

3.一种如权利要求 1 或 2 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述“R”、“G”、“B”透/反器件均为在光学玻璃基片经真空镀膜，制成多层膜系。

4.一种如权利要求 1 或 2 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述合像器由四块几何尺寸相同的直角棱镜胶合而成，并有正方形截面，并在所述三种颜色光带疤的入射面上分



别镀敷补偿膜，使三个合像棱镜的相对折射率相等。

5.一种如权利要求 1 或 2 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述“R”透/反器件(5)表面镀敷透红反蓝膜系，可透过入射光中 85%的波长范围在 660-780nm 之间的红色组分。

6.一种如权利要求 1 或 2 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述“G”透/反器件(10)表面镀敷透蓝反绿膜系，可透过入射光中 90%的波长范围在 570-650nm 之间的绿色组分。

7.一种如权利要求 1 或 2 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述“B”透/反器件(13)表面镀敷蓝灰色增透膜系，可透过入射光中 85%的波长范围在 360-470nm 之间的蓝灰色组分。

8.一种如权利要求 4 所述的用于液晶投影机的投影光学系统，其特征在于，所述合像棱镜折射率补偿膜(19)是氟化镁增透膜。

## 投影机用的液晶投影光学系统

本发明涉及光谱合成装置，具体地说，涉及一种投影机用的液晶投影光学系统。

投影光学系统用于大型会场的图象和文字显示。以此为基础的现代电视投影系统更是广泛用于公共场所如车站、广场、娱乐场所乃至深入家庭。众所周知，这类投影光学装置存在的共性问题在于屏幕的尺寸与成象分辨率之间的矛盾，即随着屏幕尺寸的日渐增大，努力提高其图象分辨率，以及增大图象的画面亮度、对比度及色度等，已成为急待解决的问题。

中国发明专利 CN 94 1 12930.6 公开一种液晶投影机的投影光学系统。它有多个透镜，及被顺序地安置在图象平面最前方的凹凸镜，和第一凹透镜、凸透镜以及第二凹透镜的前镜头部分。还设置后镜头部分，它包括两个安放在前镜头部分与图象平面之间的平凹透镜，并且该平凹透镜的平面向着所述图象平面。该投影系统能将图象从液晶显示装置投影到屏幕上。

以上述专利为代表的现有技术的投影成象装置究其原理，仅属三原色单色成象过程。如图 1 所示。光源通过彩色增透镜 5、7、10。分别透射三种单色光，即将入射信号分成红、绿、蓝三种原色信号，分别入射到液晶光阀 LCD1、LCD2 和 LCD3 上，经合像器还原成彩色图像。这种分色-合像的方式只能利用三种原色组分的极窄频段，滤掉了约 70% 以上的其它光谱成分，不能充分开启液晶光阀，以致全面降低合成图像的亮度、色彩还原性及图像分辨率等特性。由于图像颜色组分过于单调，使最终的画面生硬，合成图像的色彩饱和度差。此外，众所周知的是液晶器件的工作温度不得高于

50℃，而上述现有技术的光谱成像系统并未考虑控制被传输的光束中携带热能，因而，这类系统不能连续工作。

本发明的目的在于提出一种液晶投影机用的投影光学系统，能够充分利用光谱成分，提高画面亮度并提高色彩饱和度，色彩还原性好，并能连续工作。

为实现上述目的，本发明提出一种投影机用的液晶投影光学系统，由光源、分光-会聚分配器、三组透/反器件、三个光谐振腔、三个液晶光阀、合像器和投射-放大镜头组成，其中所述光源发出的光束依次经过冰洲石晶片制成的阻尼分光镜、会聚镜组和光阑组成的分光-聚光器，得到强度均匀且被吸收了热量的出射光；所述出射光先后入射到“R”、“G”、“B”透/反器件，分别被分光成为红、绿和蓝灰色带，它们分别通过由平凹透镜和平面镜组成的红色带光谐振腔、由两个平凸透镜组成的绿色带光谐振腔、由平凹透镜和平面镜组成的蓝色带光谐振腔，分别形成红色光带疤、绿色光带疤和蓝色光带疤；所述三种颜色光带疤分别入射到被置于所述三种色带光谐振腔光焦面处的液晶光阀上，并通过各液晶光阀，分别入射到组成合像器的直角棱镜入射面上；所述合像器的出射面位于投射-放大镜头的后焦平面处，三种色带的光像在合像器的出射面处复合成像，并经所述投射-放大镜头得到放大的投影图像。

所述“R”、“G”、“B”透/反器件均为在光学玻璃基片经真空镀膜，制成多层膜系。所述合像器由四块几何尺寸相同的直角棱镜胶合而成，并有正方形截面，其中在所述三种颜色光带疤的入射面上分别镀有增透膜，用以调节相应的合像棱镜的折射率，使三个合像棱镜的相对折射率相等。

采用本发明的投影机用液晶投影光学系统，因所述“R”、“G”、“B”透/反器件的光学玻璃基片上都镀有多层膜，使得它们分别能够透射具有所需宽度频谱成分的光，即实质上透射的是一组颜色的色带，而不再像同类现有技术装置那样只能透射频带极窄的“单色光”，因而可使最终合成的图像包括极为丰富的光谱成分，使光谱

的利用率从现有技术的简单三原色单色方式的 60%提高到 80%，从而，可大大提高合成图像的色彩饱和度，使图像色彩还原逼真。

另外，由于使三种色带分别在相应的光谐振腔内多次反射，可大大减少光束传输过程中的能量损失。计算表明，采用这种光谐振腔结构，可使透过“R”、“G”透/反器件和“B”反射器件的光束能量的 95%得以被约束在谐振腔内，并入射到液晶光阀上，这可大大提高液晶光阀的开启程度，使液晶光阀透光率从现有技术的 35%提高到 55%，即接近其理论极限，从而使最终图像的亮度相应提高 40%，并使对比度提高 30%。

此外，本发明采用冰洲石制成的阻尼分光镜代替同类现有技术中的复眼镜，可吸收光束中所含热量的 70%，从而大大减少光谱中所含的热量，这就充分保证液晶光阀的正常工作温度，使本发明的投影机可连续工作 10 小时以上。又由于光的总利用率极高，与现有的同类装置相比，本技术使用的光源(即灯泡)功率也只为原来的  $1/3$ 。这不仅可以降低能耗，并可进一步降低液晶光阀的工作温度。

又因使用了折射率补偿膜，使各合像棱镜的相对折射率相等，这就确保了三种色带图像相位的同步合成，从而保证了合成图像的清晰效果，大大提高合成图像的色彩还原性，使所得到的合成图像不产生失真和畸变。

通过以下结合附图对实施例的详细描述，可使本发明投影机用的液晶投影光学系统的其它结构和特点愈为清晰，其中：

图 1 以示意的方式说明现有技术投影机的光路图；

图 2 表示本发明一种实施例投影机用液晶投影光学系统的光路结构图；

图 3a 和 3b 以比较的方式说明现有技术投影机与本发明投影机用的液晶投影光学系统光谱合成原理的区别；

图 4 示意地说明图 2 实施例中所用分光-会聚分配器对通过的光束的处理过程。

参照图 2，它表示本发明投影机用的液晶投影光学系统一种实

施例的光路结构。其中光源 S 发出的光，经过阻尼分光镜 1，使该光束中 50% 的热量被吸收，并使光束被分光成多束强度均匀的光，如图 4 所示。再经前焦距聚光镜 2 和后焦距聚光镜 3，将光束会聚整理为所需的强度均匀的光，经出射光阑 4 出射到光谱合成部分。

所述阻尼分光镜 1 由冰洲石晶片制成，它代替了同类现有技术中使用的复眼镜。一般的复眼镜是将面对光入射方向的表面制成 36 个微小的凸透镜，因而只能分出 36 束小光点，而本发明的冰洲石阻尼分光镜 1 可以得到上千束小光点，使出射光束强度分布的均匀性大大提高。另外，现有技术的复眼镜加工难度大，而且不具有吸收光束中所含热量的功能，它需要另设降温机构，使整机机构复杂，体积增大。

前述阻尼分光镜 1、前焦距聚光镜 2、后焦距聚光镜 3 和出射光阑 4 组成分光-会聚分配器。来自该分光-会聚分配器的出射光首先入射到“R”透/反器件 5，该器件表面镀敷透红反蓝膜系，成为“透红反蓝”透/反器件，它可透过入射光中 85% 的波长范围在 660-780nm 之间的红色组分，并使其余组分被反射至“G”透/反器件 10。所述“G”透/反器件 10 镀敷透蓝反绿膜系，成为“透蓝反绿”的透/反器件，它可反射 90% 的波长范围在 570-650nm 之间的绿色组分，入射到谐振腔 B，并使其余的主要为蓝色和灰色组分的光透射至“B”反射器件 13。经上述“R”、“G”、“B”透/反器件，使前述入射光被分光成为红、绿和蓝色等三段色带。

上述红色带包含 6 种颜色组分，它们透过平凸透镜 6、平凹透镜 7 和平面镜 8 组成的光谐振腔 A，在该谐振腔 A 内的平凹透镜 7 的凹面和平面镜 9 的表面之间多次反射，该区域内的红色带中的 95% 的光能最终被平面镜 8 反射，透过平凸透镜 9，形成红色光带疤，入射到位于其焦平面上的液晶光阀 LCD1 上。由于进入 LCD1 的光能远较普通单色光情况下大大增多，可使光阀 LCD1 开启近 55%，即几乎全部进入 LCD1 的红色光系都能入射到合像器 18 的合像棱镜。所述平凸透镜 9 的凸面上也镀敷“透红反蓝”膜系。

类似地，被 R 透/反器件 5 反射的所述红色带以外的光通过“G”透/反器件 10，光束中的绿色组分被反射进入平凸透镜 11、12 组成的光谐振腔 B，并在平凸透镜 11 的平面表面和平凸透镜 12 的凸面表面之间多次反射。具体地说，所述“G”透/反器件 10 表面镀敷透蓝反绿膜系，可将入射光中 90% 的波长范围在 570-650nm 之间的绿色组分反射到谐振腔 B，也就是使几乎全部绿色组分的光最终穿过镀有“透绿反灰”膜系的平凸透镜 12，形成绿色光带疤，经液晶光阀 LCD2 入射于合像器 18 的合像棱镜。

透过所述“G”透/反器件 10 的蓝灰色组分的光在“B”反射器件 13 的表面上被反射，射入平凸透镜 14、平凹透镜 15 和平面镜 16 组成的光谐振腔 C，在该谐振腔 C 内的平凹透镜 15 的凹面和平面镜 16 的表面之间多次反射。所述“B”反射器件 13 表面镀敷蓝色反射膜系，可将入射光中 85% 的波长范围在 360-470nm 之间的蓝灰色组分反射到谐振腔 C，最后经平面镜 16 反射到平凸透镜 17，透过平凸透镜 17 的光形成蓝色光带疤，入射到液晶光阀 LCD3。所述平凸透镜 17 的凸表面镀有透蓝反红膜系。这里的情况与前述红色带的情况相似。透过 LCD3 的蓝色带的光入射到合像棱镜 18。

所述合像器 18 由四块几何尺寸相同的直角棱镜胶合而成，并有正方形截面。其中在所述红、绿和蓝色光带疤的入射面上分别镀有补偿膜 19，比如氟化镁制成的增透膜，用以调节相应的合像棱镜的折射率，使三个合像棱镜的相对折射率相等。

所述合像器 18 的出射面位于投射-放大镜头 GW 的后焦平面处，合成图像为正立实像，经镜头 GW 放大后，投射在该镜头前约 7 米远的屏幕上，可得清晰的、色彩丰富且亮度较现有技术同类设备提高 40% 的投影图像。

本实施例投影光学系统参与彩色成像的光谱由现有技术“三原色”方式的简单的单色红、绿、蓝 3 种颜色增多到 13 种颜色，即红、桔、黄、绿、黑、白、赤、橙、青、蓝、灰、紫色、红外等颜色。

说明书附图

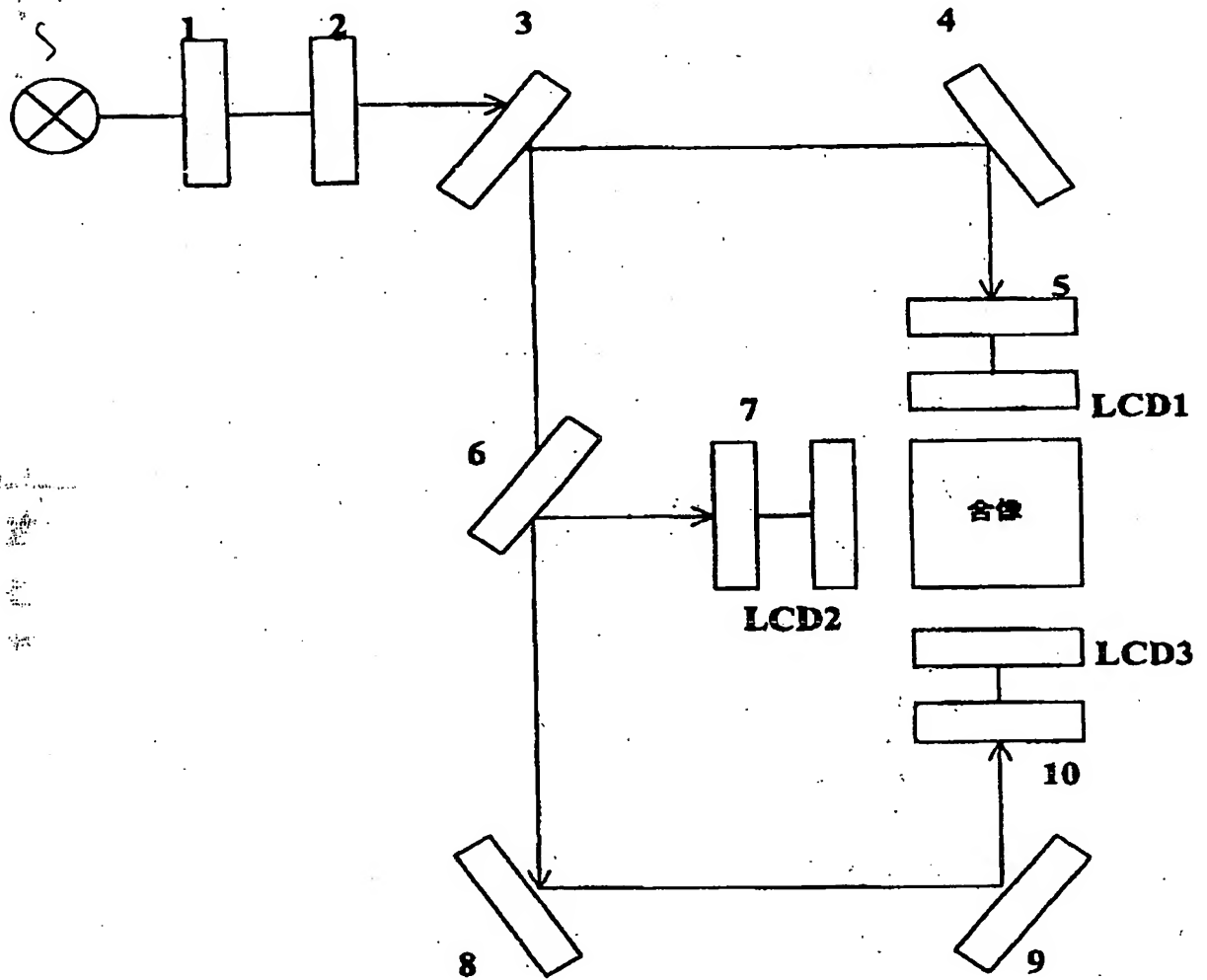


图 1

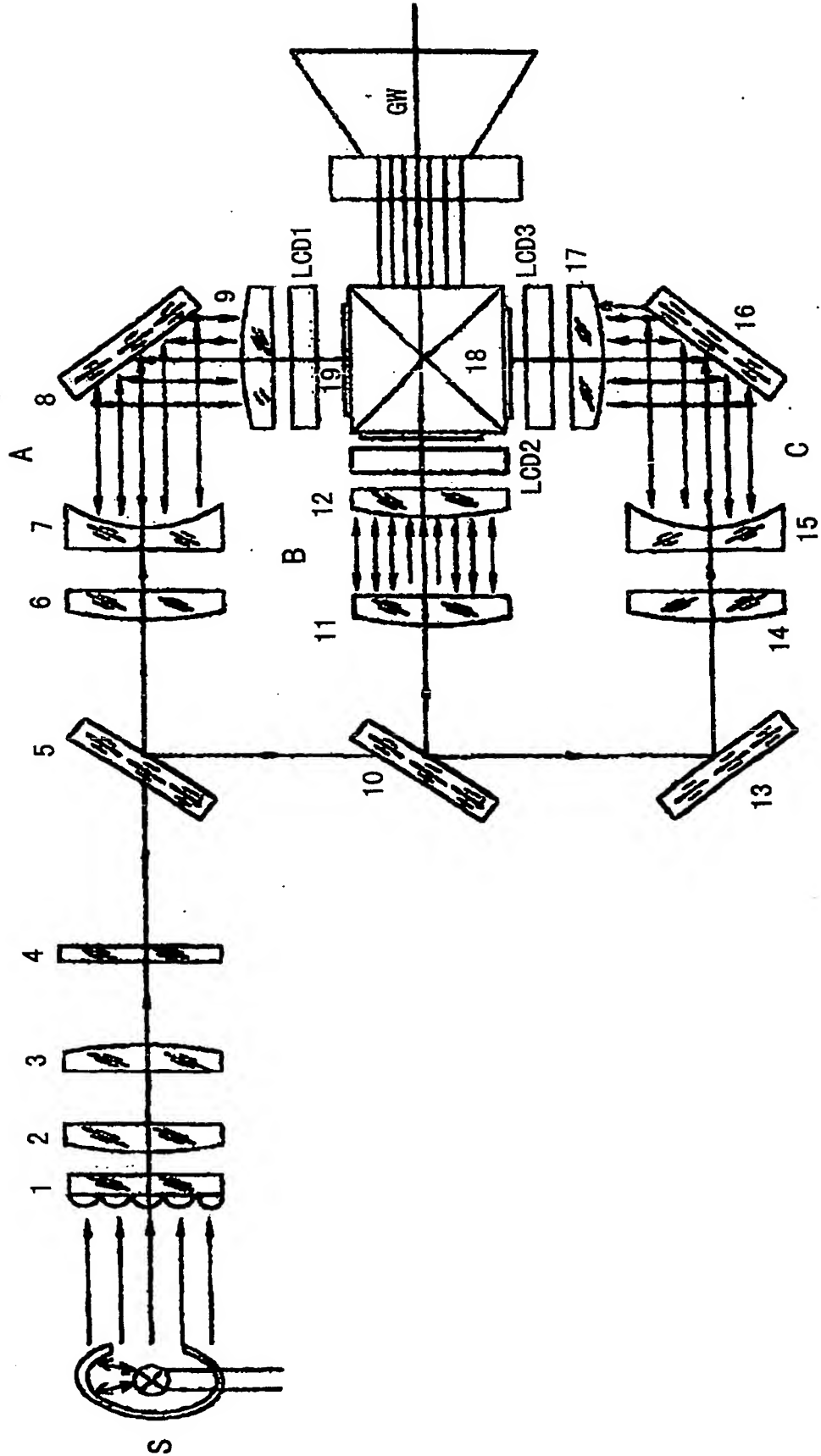


图 2





图 3a

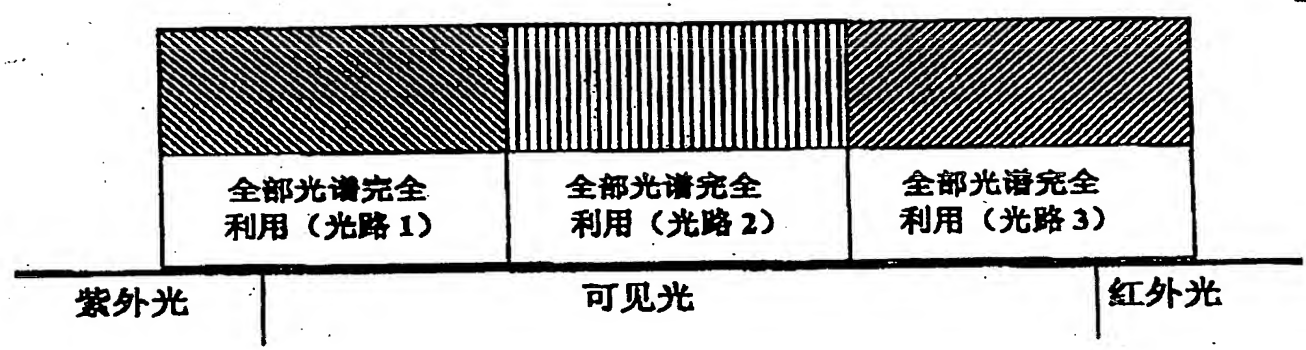


图 3b

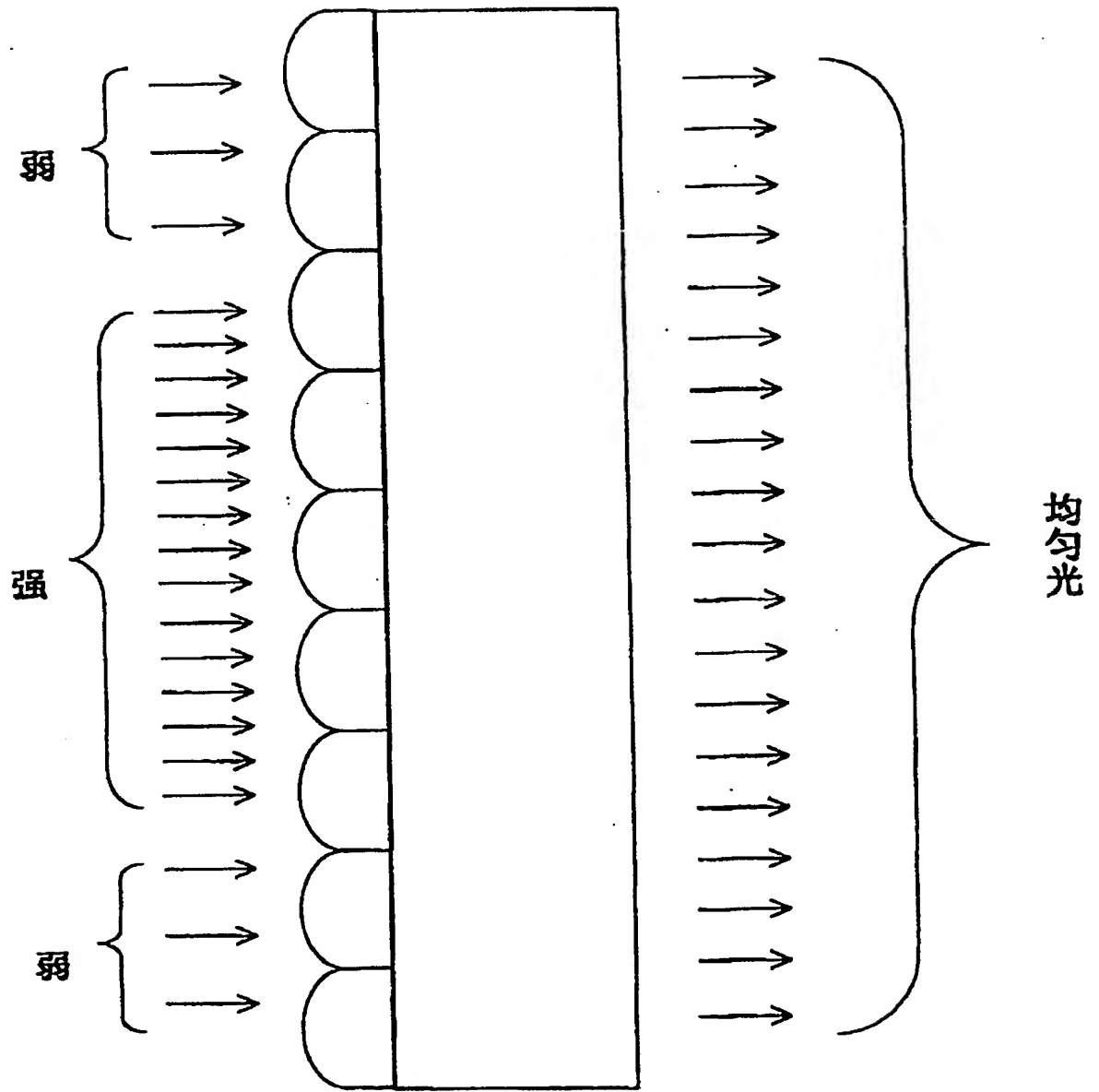


图 4